Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. P. Riethe
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

KLINISCHE ERFAHRUNGEN MIT DEM MIKROFÜLLERKOMPOSIT UVIO-FIL (R) UND QUANTIFIZIERUNG DER VERSCHLEISSFESTIGKEIT OKKLUSIONSTRAGENDER RESTAURATIONEN MITTELS EINES MESSVERFAHRENS NACH DEM MOIRE-PRINZIP

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

Stefan Hahn
aus Calw

1984

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536514_0005

Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. P. Riethe
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

KLINISCHE ERFAHRUNGEN MIT DEM MIKROFÜLLERKOMPOSIT UVIO-FIL (R) UND QUANTIFIZIERUNG DER VERSCHLEISSFESTIGKEIT OKKLUSIONSTRAGENDER RESTAURATIONEN MITTELS EINES MESSVERFAHRENS NACH DEM MOIRE-PRINZIP

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

Stefan Hahn
aus Calw

1984

Dekan: Professor Dr. D. Plester
1. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. P. Riethe
2. Berichterstatter: Professor Dr. E. Körber

Meinen Eltern
und
meiner Frau
gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	EINLEITUNG	1
1.1.	Amalgamersatzkomposits	1
1.2.	Photopolymerisierende Komposits	2
2.	MATERIAL UND METHODE	4
2.1.	Material	4
2.2.	Methode	5
2.2.1.	Markierung der okklusalen Kontakte	5
2.2.2.	Zahnreinigung	6
2.2.3.	Kariesentfernung und Adhäsiv-präparation	6
2.2.4.	Kavitätendesinfektion	7
2.2.5.	Versorgung des Dentins	7
2.2.6.	Anlegen einer Matrize	10
2.2.7.	Trockenlegung	10
2.2.8.	Schmelzvorbehandlung (Conditioning)	11
2.2.9.	Versieglervorstrich	12
2.2.10.	Insertion des Füllungsmaterials	13
2.2.11.	Ausarbeitung	13
2.2.11.1.	Grobausarbeitung	14
2.2.11.2.	Feinausarbeitung	14
2.2.11.3.	Politur	15
2.2.12.	Fluoridierung	16
2.2.13.	Abdrucknahme	16
2.2.14.	Modellherstellung und Aufbewahrung	17
3.	KLINISCHE UNTERSUCHUNGEN	18
3.1.	Klinische Anwendung	18
3.2.	Nachkontrolle und klinische Qualitätsbegutachtung	21
3.3.	Klinische Ergebnisse	21
3.4.	Diskussion der Ergebnisse	22
3.4.1.	Füllungsfrakturen	22
3.4.2.	Randspalten	22

Seite

3.4.3.	Substanzverlust im okklusalen Bereich	23
3.4.4.	Verlust des okklusalen Kontaktes	23
3.4.5.	Punktförmige farbige Einlagerungen	23
4.	VERSCHLEISSFESTIGKEITSMESSUNG MITTELS MOIRÉ-TOPOGRAPHIE	24
4.1.	Methode	24
4.2.	Fehlerdiskussion	26
4.3.	Ergebnisse	27
4.4.	Diskussion der Ergebnisse	27
5.	ZUSAMMENFASSUNG	29
6.	LITERATURVERZEICHNIS	30
7.	MATERIALIEN UND GERÄTE	34

DANKSAGUNG

LEBENSLAUF

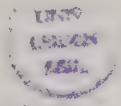
1. EINLEITUNG

1.1. Amalgamersatzkomposits

Der Wunsch der Patienten nach einem optisch neutralen Füllungsmaterial, die Eigenschaften und Nebenwirkungen des Amalgams führten zu der Entwicklung konventioneller Kompositmaterialien im Seitenzahnbereich.

Wegen ihrer mangelnden Verschleißfestigkeit, Forminstabilität, Verfärbung, mangelnder Polierbarkeit und fehlender Röntgenopazität konnten sie den Ansprüchen an einen zwei- bzw. dreiflächigen Füllungswerkstoff im Seitenzahngebiet nicht genügen. Die Forderungen, die ein Seitenzahnkomposit (Kunststoffüllungsmaterial), der sich zur Versorgung von klassisch präparierten Klasse I- und II-Kavitäten eignet, erfüllen muß, wurden von LUTZ et al. (1980) wie folgt zusammengefaßt:

- Amalgamähnliche Verschleißfestigkeit
- Formstabilität
- Im Vergleich zu Amalgam deutlich verbesserte marginale Adaptation
- Ausreichende Röntgenopazität
- Technisch einfache Verarbeitung
- Einfache, gegenüber Schmelz nondestruktive Ausarbeitbarkeit
- Zahnähnliches Aussehen, keine Farbänderung oder Verfärbung



Durch die Entwicklung einer weiteren Kompositgeneration, den sogenannten Mikrofüller-Komposits, ergab sich eine neue Möglichkeit, Kunststoffe im Seitenzahngebiet anzuwenden. Diese Mikrofüller-Komposits, sind bis in den Mikrobereich homogen aufgebaut. Sie unterscheiden sich durch Hochglanzpolierbarkeit, gute Abrasionsresistenz, Farbkonstanz und geringere Verfärbung positiv von den konventionellen Materialien.

In der vorliegenden Arbeit wurden mit ESPE UVIO-FIL(R) 25 Klasse I- und II-Kavitäten versorgt, über einen Nachuntersuchungszeitraum von einem Jahr klinisch untersucht und der Verschleiß mit Hilfe der Moire-Topographie extraoral bestimmt.

1.2. Photopolymerisierende Komposits

In dem vorliegenden photopolymerisierenden Einkomponentensystem wird der Polymerisationsvorgang nicht chemisch durch das Vermischen zweier Pasten, sondern durch die Zuführung von Fremdenergie in Form von UV-Licht in Gang gesetzt. Diese Fremdenergie spaltet in der Paste enthaltene strahlungsempfindliche Aktivatoren in Radikale, die wiederum den Polymerisationsprozeß starten. Durch die freie Wahl des Erhärtungszeitpunktes läßt sich der Verarbeitungszeitraum individuell festlegen. Das Arbeitstempo wird also nicht vom Polymerisationsvorgang bestimmt. Dadurch kann sich der Behandler mehr Zeit zur Modellation der Füllung nehmen. Der Aufwand zur Ausarbeitung wird wesentlich vermindert.
Die Füllungskonsistenz ist gegenüber den Autopolymerisaten besser, da die Gefahr von Füllungsporositäten durch das Einspateln von Luft beim Anmischen entfällt (FINGER, W. et al. 1977). Die Aushärtung der Füllungen erfolgt nicht wie bei den chemisch härtenden Kunststoffen von selbst in a l l e n Anteilen. Der Behandler muß sicherstellen, daß a l l e Füllungsanteile ausreichend durchstrahlt werden. Da zum Starten der chemischen Reaktion eine bestimmte Mindestbestrahlungsenergie notwendig ist, bewegt der Behandler beim Aushärten von großen Flächen den Lichtleiteransatz nicht hin und her, sondern führt ihn langsam und kontinuierlich, um zu vermeiden, daß eventuell Kunststoffanteile Energiemengen unter dem Schwellenwert erhalten.
Nach VIOHL, J. (1978) ist die polymerisierte Schichtdicke von der Bestrahlungsdauer, der Bestrahlungsintensität, dem verwendeten Lichtleiter, der Aktivatorempfindlichkeit, der

Strahlendurchlässigkeit und der Strahlenstreuung im Kunststoff abhängig. Größere Füllungen müssen deshalb mehrphasig aufgebaut werden. Der Erhärtungsprozeß beginnt stets nahe der Energiequelle und breitet sich langsam in die Tiefe und auch seitwärts aus. Es besteht die Gefahr, daß trotz vollständig ausgehärteter Füllungsoberfläche tiefere Schichten nicht, oder nur unvollständig polymerisiert werden. Von besonderem Nachteil kann diese Erhärtungsrichtung beim Legen von zweizeitig gestopften, okklusoapproximalen Füllungen sein. Beim Aushärten der initialen Approximalfüllung folgt die Polymerisationsschrumpfung der Erhärtungsrichtung, d.h. sie ist nicht aus der Tiefe zur freien Oberfläche gerichtet, sondern umgekehrt. Die zuerst an der Oberfläche eintretende Polymerisationsschrumpfung kann nur durch Nachfließen von noch nicht polymerisiertem Material aus der Tiefe kompensiert werden. Eine Verschlechterung der marginalen Adaptation ist die Folge.

Die Frage nach einer toxischen Wirkung des kurzwelligen UV-Lichtes auf die Pulpa wurde gestellt, aber von STEGER, E. und MANNECK, E. (1977) nach Durchstrahlungsversuchen an Zähnen negiert, da auch außerordentlich dünne Schichten von Schmelz und Dentin eine sehr gute Filterwirkung für UV-Licht besitzen.

2. MATERIAL UND METHODE

2.1. Material

Bei der Füllungstherapie kam ein UV-härtendes Einkomponenten-Mikrofüller-System der Firma Espe/Seefeld zur Anwendung, bestehend aus folgenden Komponenten (Abb. 1 und 2) :

2.1.1. Ätzgel: in Schraubtuben verpackt und grün eingefärbt

2.1.2. UV-Bonding Material: in Tropfflache mit Schraubenverschluß

2.1.3. UVIO-FIL(R) der Farbe Standard: in Schraubentuben verpackt

2.1.4. EILIPAR(R)-Lichtgerät UVIO(R)-VISIO(R)

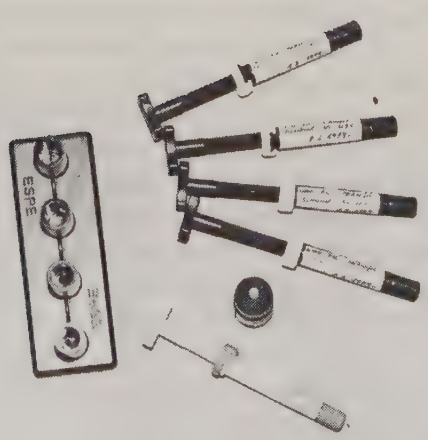


Abb. 1: Komponenten des Espe-Uvio-Fil-Systems
Ätzgel, UV-Bonding Material und UVIO-FIL

Abb. 2: Das Elipar(R)-Lichtgerät Uvio(R)-Visio(R) von Espe/Seefeld

2.2. Methode

2.2.1. Markierung der okklusalen Kontakte

Mit Hilfe von Okklusionsprüffolie wurden vor Beginn der eigentlichen Füllungstherapie die zentrischen Stops des oder der Antagonisten auf dem zu versorgenden Zahn dargestellt, um ein möglichst identisches Kontaktmuster bei der Füllungslegung zu erreichen.
Zähne ohne Antagonistenkontakt wurden nicht in die Versuchsreihe aufgenommen.
Neben den zentrischen Stops in der maximalen Interkuspidation wurden auch die Artikulationsbewegungen geprüft und Hyperbalancen durch Beschleifen beseitigt. Die gelegten Füllungen mußten fehlerfreie Artikulationsbewegungen gewährleisten.

2.2.2. Zahnreinigung

Da die zur Schmelzanätzung verwendete Säure nur bei einer völlig sauberen Schmelzoberfläche ihre ganze Wirkung entfaltet, wurde bei dem zur Behandlung vorgesehenen Zahn und seinen Nachbarzähnen Plaque und Zahnstein entfernt und anschließend die gesamte Schmelzoberfläche mit Bimssteinbrei und Nylonbürstchen gereinigt. Die der Bürste nicht zugänglichen Approximalflächen wurden mit Zahnseide und Strips gesäubert. Eventuelle Reinigungsrückstände wurden durch Spraybehandlung beseitigt.

2.2.3. Kariesentfernung und Adhäsivpräparation

Die Entfernung alter insuffizienter Füllungen und kariösen Dentins erfolgte unter größtmöglicher Schonung des gesunden Schmelzes. So wurde -im Gegensatz zur konventionellen Füllungstherapie- unterminierter Schmelz belassen, wodurch eine zusätzliche Haftung gewährleistet war. Auch eine präventive Kavitätenausdehnung im Sinne der Black'schen Regel "Extension for prevention" fällt weg, da bei Adhäsivfüllungen die angrenzenden Schmelzflächen stets versiegelt und damit kariesresistent sind. Eine Extension der approximalen Kavitätenränder bis in die Zone der Bürstenreinigung ist überflüssig. Allerdings mußte in fast allen Fällen die reine Form der Adhäsivpräparation, wie sie von LUTZ,F. et al.(1976a) angegeben wird, modifiziert werden,da meist eine alte Amalgamfüllung ersetzt werden mußte. Damit konnte nur eine Adhäsivpräparation auf der Basis der konventionellen Form erreicht werden:

- unterminierter Schmelz wurde belassen
- Kavitätenecken wurden abgerundet
- okklusale Kavitätenränder wurden angeschrägt.

Im Gegensatz zur Adhäsivpräparation wurden die approximale Stufe und die "Türflügel" nicht angeschrägt, da einerseits

die angelegte Matrize das Ausfliesen der Federränder verhindert und andererseits das meist geringe Schmelzangebot im Bereich der horizontalen Stufe keine Abschrägung mehr zuläßt (Abb. 3).
Die Präparation erfolgte mit Turbine und Friction-Grip-Diamanten, die angeschrägten Ränder wurden mit Winkelstück und Finierdiamanten oder Arkansas-Steinchen nachgearbeitet und finiert.

2.2.4. Kavitätendesinfektion

Nach Beendigung der Präparation wurde die Kavität mit Chlorhexidindiglukonat (0,1 %) und Wattepellets ausgewaschen. Chlorhexidin reduziert nicht nur die Keimzahl in der Kavität, sondern entfernt auch gleichzeitig die Dentinpartikel und den organischen Film, ohne die Tubulusstruktur zu verändern, und gewährleistet somit eine bessere Adaptation und Haftung der Unterfüllung (LUTZ, F. et al. 1976b).

2.2.5. Versorgung des Dentins

Die Unterfüllung bei der Schmelzätztechnik erfüllt folgende Aufgaben:

- Medikamentöse Versorgung der Dentinwunde
- Schutz des Dentins vor dem Einwirken der Ätzsäure während der Ätzphase. Die Orthophosphorsäure könnte die Dentintubuli erweitern und die Pulpa attackieren.
- Schutz der Pulpa vor Materialtoxizität (Monomerschädigung).

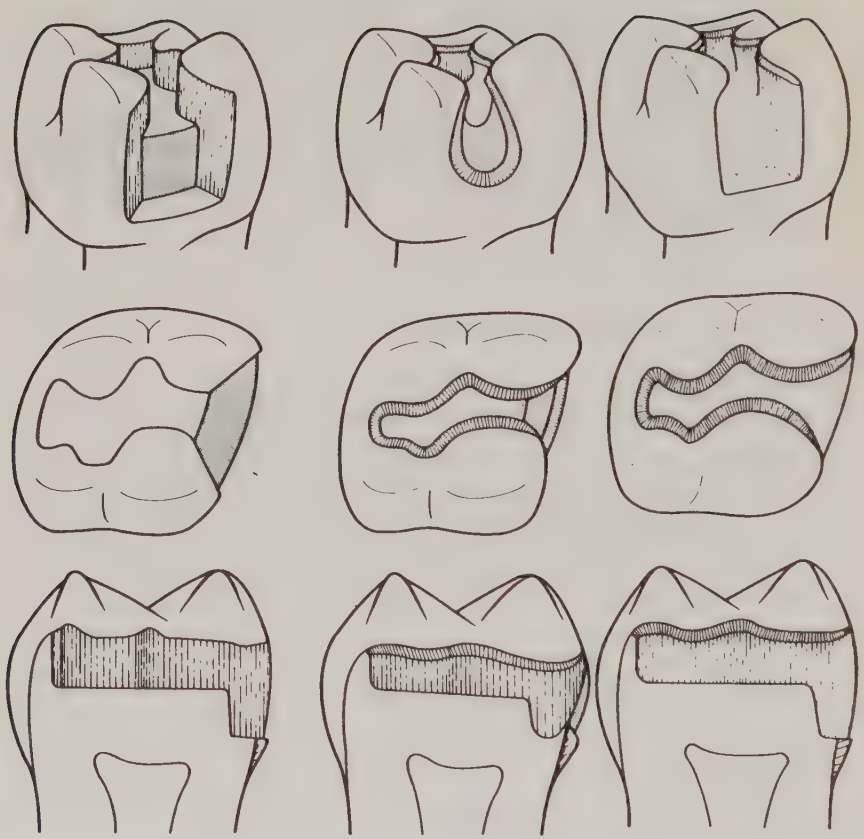


Abb. 3: Okkluso-approximale Kavitätenformen.
Von links nach rechts:

- konventionelle Kavitätenpräparation nach BLACK
- reine Adhäsivpräparation nach LUTZ, F. et al.(1976a)
- für die Adhäsivtechnik modifizierte konventionelle Form

Bei der vorliegenden Arbeit wurde zur Dentinversorgung ausschließlich der vordosierte und mechanisch mischbare Calciumhydroxyd-Zement "REOCAP(R)" verwendet. Den Untersuchungen von RIETHE, P. et al. (1978) zufolge ist dieses Material pulpaschonend und erfüllt obengenannte Forderungen. Am besten ließ sich REOCAP mit einem kleinen Kugelstopfer oder mit der Sondenspitze applizieren. Dabei wurde das gefährdete Dentin abgedeckt. Durch die Mundfeuchtigkeit wird REOCAP innerhalb einer Minute fest und bildet eine widerstandsfähige Schutzschicht. Überschüsse ließen sich nach dem Erhärten mit der Sonde oder einem Spatel leicht absprengen. Bei sehr tiefen Kavitäten wurde zusätzlich eine Phosphatzement-Unterfüllung gelegt, um einerseits das Kunststoffvolumen der späteren Füllung im Hinblick auf die Polymerisationsschrumpfung möglichst klein zu halten und andererseits einer späteren iatrogenen Eröffnung der Pulpa bei einer Neuversorgung des Zahnes vorzubeugen, da die Demarkation Kunststoff - Zahnsubstanz sehr schwierig ist (Abb. 4).

Abb. 4: Patient J.K., Zahn 36
Adhäsivpräparation mit Unterfüllung
(Reocap und Harvard)

2.2.6. Anlegen einer Matrize

Für die Versorgung von approximalen Kavitäten im Seitenzahngebiet mit plastischen Materialien ist die Verwendung von Matrizen eine conditio sine qua non. Nur dadurch lassen sich die approximalen Füllungswände exakt gestalten und approximal-gingivale Überschüsse vermeiden. Darüberhinaus helfen Matrizen in Verbindung mit Interdentalkeilen bei der Trockenlegung der Kavität und schützen bei Anwendung der Säure-Ätz-Technik den oder die Nachbarzähne vor den Wirkungen der Ätzsäure. Einen weiteren Vorteil bietet das feste Verkeilen der Matrizen für die Herstellung eines satten Approximalkontaktes: Die Zähne werden durch den Keil etwas separiert. Nach Beendigung der Füllungstherapie können die Zähne wieder zurückfedern und gleichen so den Spalt aus, der durch die Dicke der Matrize und gegebenenfalls durch die Polymerisationsschrumpfung gegeben ist.

In der vorliegenden Arbeit wurde das halterlose AUTOMATRIX-System von Caulk verwendet, das aus Matrizen von vier verschiedenen Größen und Stärken und einer AUTOMATE-Spannvorrichtung besteht.
Die entsprechende Matrize wurde ausgesucht, über den Zahn gesetzt, mit der AUTOMATE-Spannvorrichtung angezogen, mit Interdentalkeilen verkeilt und, wenn zum Erreichen eines exakten Approximalkontaktes nötig, mit Kugelstopfern leicht "bombiert". Nach Gebrauch schneidet man die selbstschließende Klemme mit einem abgedeckten Seitenschneider ab, die Matrize löst sich und läßt sich vom Zahn lösen.

2.2.7. Trockenlegung

Eine absolute Trockenlegung mittels der Kofferdam-Technik, wie im Frontzahngebiet üblich, ist bei der Versorgung von Klasse II-Kavitäten nicht möglich. In diesen Fällen wurde unter relativer Trockenlegung durch Watterollen bei

Beachtung der sogenannten Austauschtechnik gearbeitet: Eine neue Watterolle wird auf die durchfeuchtete Watterolle gelegt und dann vorsichtig die feuchte Watterolle unter der Neuen hervorgezogen.
Um Feuchtigkeitsniederschlag aus der Atemluft zu vermeiden, wurden die Patienten aufgefordert, durch die Nase zu atmen. Der Rachen wurde, soweit toleriert, mit ES-Kompressen abgedeckt.
Im Unterkiefer wurde zusätzlich EGGLER's AUTOMATON verwandt, ein selbsttätiger Zungen- und Watterollenhalter, der die Zunge abhält und die Watterollen fixiert.

2.2.8. Schmelzvorbehandlung (Conditioning)

Nach Trockenlegung der Kavität erfolgte das Conditioning. Zweck dieser Schmelzvorbehandlung ist, die Oberfläche chemisch anzurauhen, ein retentives Ätzmuster zu schaffen, die Oberfläche zu vergrößern und damit insgesamt die Haftung der Füllung oder des Versieglers am Schmelz zu steigern.
Mit einem Einmalpinsel wurde das Ätzgel auf die abgeschrägten Schmelzränder und etwas darüber hinaus aufgetragen. Die grüne Einfärbung ermöglicht ein besonders gezieltes Auftragen des Ätzgels. Nach 60 Sekunden wurde das Ätzgel unter gleichzeitigem Absaugen sorgfältig abgesprayt, damit keine Kalziumphosphatausfällungen und Apatitpräzipitate zurückblieben. Hiernach erfolgte eine erneute Trockenlegung.
Die frisch angeätzten getrockneten Schmelzareale erscheinen kreidig-weiß-matt und dürfen nicht mehr abgewischt oder mit Speichel kontaminiert werden.

2.2.9. Versieglervorstrich

Verschiedene Autoren (CASTAGNOLA, L. et al. 1975, JÖRGENSEN, K.D. et al.1975) verneinen eine Verbesserung der Verbindung von Composits mit geätztem Schmelz durch Verwendung eines Haftvermittlers.
Farbstoffpenetrationsversuche an extrahierten Zähnen von LUTZ, F. et al. (1976a) dagegen verdeutlichen die Notwendigkeit eines Versieglervorstriches. Selbst bei konventionell präparierten mod-Kastenkavitäten ergab sich durch Anwendung der Säure-Ätz-Technik und Applikation eines Versieglervorstriches eine deutlich verbesserte Adaptation des Komposits. Als weiteren Vorteil beschreiben LUTZ, F. et al. (1976b) neben der eindeutig überlegenen Adaptation der Füllungen auch eine erhöhte Adhäsionskraft. Trotz straff angelegter Matrize benetzen Ätzsäure und Versiegler die gesamte approximale Schmelzoberfläche, die somit versiegelt ist. Durch diese schmelzprotektive Wirkung kann im Hinblick auf die reine Säure-Ätz-Präparation, wie sie von LUTZ, F. et al. (1976a) angegeben wurde, auf eine Extension der Kavität aus kariesprotektiven Gründen verzichtet werden. Die benötigte Menge UV-Bonding Material wurde auf einen Anmischblock gegeben und mit einem Einmalpinsel dünn über die Unterfüllung, die gesamte Kavität und den angeätzten Schmelz aufgetragen. Da die Versieglerschicht zur Vermeidung von Brüchen nicht dicker als 5 µm sein darf (LUTZ, F. et al. 1976b), wurden die frisch versiegelten Kavitäten mit dem Luftbläser sanft ausgeblasen und anschließend mit dem Elipar(R)-Lichtgerät Uvio(R)-VISIO(R) zur Polymerisation des Versieglers 10 Sekunden belichtet. Wurden nicht alle versiegelten Flächen beim einmaligen Belichten erreicht, erfolgte ein mehrfaches Belichten.

2.2.10. Insertion des Füllungsmaterials

Durch die Abpackung in Schraubtuben konnte das UVIO-FIL(R)-Material einfach und genau portioniert mit einem Wironit-spatel entnommen und in die Kavität eingebracht werden. Zuerst wurden die approximalen Kavitäten beschickt und mit dem Elipar(R)-Lichtgerät Uvio(R)-Visio(R) 20 Sekunden lang ausgehärtet. Anschließend wurde die restliche Füllung in Schichten aufgebaut und belichtet, wobei immer darauf geachtet wurde, daß die Schichtdicke nicht mehr als 2 mm betrug, um ein ausreichendes Durchstrahlen der Füllungs-schichten zu sichern.
Waren große Flächen zu polymerisieren, wurde der Licht-leiteransatz, wie von VIOHL, J. (1978) beschrieben, langsam und kontinuierlich geführt. Durch zu rasches "Wedeln" er-halten Kunststoffanteile eventuell nur noch Energiemengen, die unter dem Schwellenwert liegen. Sie polymerisieren dann nicht oder nur ungenügend.
Als sehr angenehm bei der Verarbeitung von UVIO-FIL(R) wurde der individuell bestimmbare Erhärtungszeitpunkt empfunden. So konnte die Modellation des okklusalen Reliefs ohne Hast und sehr sorgfältig erfolgen und zeitraubendes Ausarbeiten vermindert werden.

2.2.11. Ausarbeitung

Auch bei perfekter Applikationstechnik und sorgfältiger Formung des okklusalen Reliefs muß eine Seitenzahnkomposit-füllung nachgearbeitet werden, da es klinisch unmöglich ist, auch bei Verwendung von photopolymerisierenden Einkomponenten-systemen, optimal adaptierte, überschußfreie Füllungen mit Dreipunktkontakten ohne Nacharbeitung zu erhalten. Außerdem muß man die Füllungsoberflächen, die unter dem Einfluß von Luftsauerstoff erhärten, von einer klebrigen, ober-flächlichen Schmierschicht mit Verfärbungsneigung befreien. Diese äußere, weiche und monomerreiche Schicht, die nach

Untersuchungen von FINGER, W. und Mitarbeiter (1976) 25 - 105 µm und nach Untersuchungen von REINHARDT, K.-J. et al. (1978) 100 - 150 µm dick ist, entsteht durch die polymerisationsinhibierende Wirkung des Luftsauerstoffes. Das Ausarbeiten einer Seitenzahnkompositfüllung gliedert sich in drei Arbeitsgänge:

1. Grobausarbeitung
2. Feinausarbeitung
3. Politur.

Beim Ausarbeiten der Füllungen wurde immer mit Spraykühlung, bei der Endpolitur mit Polierpaste gearbeitet. Hitzeentwicklung und eine thermische Schädigung der Pulpa sowie Schmiereffekte, die die Schneideleistung der Diamantinstrumente herabsetzen, wurden vermieden.

2.2.11.1. Grobausarbeitung

Mit dem Übersetzungs-Winkelstück und Präparierdiamenten wurden die größten Füllungsüberschüsse entfernt, die Füllung grob geformt, wobei darauf geachtet wurde, nur Füllungsmaterial zu bearbeiten und den Schmelz zu schonen.

2.2.11.2. Feinausarbeitung

Bei der Feinausarbeitung wurde mit Feinkorndiamenten, weißen Arkansassteinchen und Moorplastic-Discs verschiedener Körnung im Winkelstück die durch Funktion und Ästhetik bestimmte Form herausgearbeitet und die Füllungsränder endgültig finiert. Diese Instrumente gewährleisteten ein gutes Glätten der Füllung und ihrer Ränder unter besonderer Schmelzschonung, da durch die zahnähnliche Farbe des Kunststoffes der Übergang Füllung-Zahn nur schwer bestimmt werden konnte. Mit Okklusionsprüffolie wurde die Stärke und Lage der Kontaktpunkte überprüft und gegebenenfalls korrigiert.

2.2.11.3. Politur

Im Gegensatz zu den konventionellen Komposits ist bei den Mikrofüller-Komposits eine Politur möglich. Die durch diese Politur entstandene feine Oberflächenqualität bleibt bestehen und verhindert einen erhöhten Plaquebefall durch Rauhigkeiten, wie er bei einer durchschnittlichen Mundhygiene bei konventionellen Komposits beobachtet wurde (CASTAGNOLA, L. et al. 1977, MEINERS, H. et al. 1974, TRIADAN, H. 1979). Die Politur erfolgte zunächst mit Silikonpolierern unter Sprayberieselung und dann mit Gummikelchen in Verbindung mit einer schmelzschonenden Polierpaste. Das Ergebnis dieser Behandlung war eine auch im trockenen Zustand homogen glatt-glänzende Oberfläche, die allerdings auch eine optische Abgrenzung Füllung-Zahn nahezu unmöglich machte (Abb. 5). Nur mit der Sonde konnte getastet werden, ob noch ein Übergang Füllung-Zahn vorhanden war.

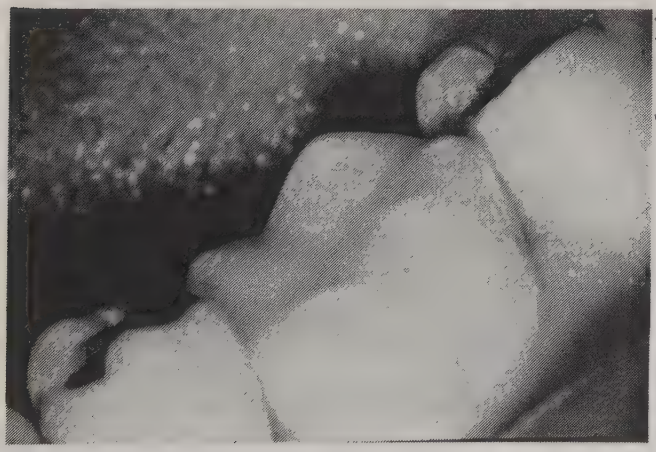


Abb. 5: Patient J.K., Zahn 36
mod-Füllung mit bukkalen Ausläufern
aus UVIO-FIL(R) nach Politur

2.2.12. Fluoridierung

Untersuchungen von BELSER, U. (1974) ergaben eine wesentliche Steigerung der Fluoraufnahme durch Säurevorbehandlung des Schmelzes.
Nach LUTZ, F. (1977) ist die Fluoridierung des geätzten Schmelzes vor der Versiegler-Komposit-Applikation kontraindiziert. Jedoch sollte nach Abschluß der adhäsiv-restorativen Maßnahmen das gesamte Operationsgebiet mit einer organischen Fluoridlösung (ELMEX FLUID(R)) touchiert werden. Um eine möglichst hohe Fluoridkonzentration des angeätzten und nicht versiegelten Schmelzes zu erreichen und damit die kariesprotektive Wirkung der Säure-Ätz-Füllung zu optimieren, wurde nach Abschluß der Füllungstherapie der behandelte Zahn getrocknet und mit der organ. Fluoridlösung ELMEX(R) FLUID(R) touchiert.

2.2.13. Abdrucknahme

Von dem gesamten Kieferquadranten, in dem die fertig gelegte und polierte Füllung lag, wurde in derselben Sitzung ein Korrekturabdruck mit Silikonabformmaterialien verschiedener Viskosität genommen. Nach MEINERS, H. (1977) wird die Oberflächenreproduktion in der Literatur übereinstimmend als gut bezeichnet.
Bei der Abdrucknahme wurden die Verarbeitungsvorschriften der Hersteller der Abformmaterialien genau eingehalten.
Als Materialträger für den Erstabdruck mit zähplastischer Silikonmasse dienten halbe, perforierte Abdrucklöffel, die zuvor noch zur besseren Haftung mit Haftlack bestrichen wurden.
Aus dem fertiggestellten Erstabdruck wurden mit einem kleinen scharfen Skalpell untersichgehende Stellen und feine Fahnen herausgeschnitten, um ein sicheres und genaues Reponieren des Abdrucks im Munde zu ermöglichen. Nach mehrmaligem Reponieren des Abdrucks wurde dieser mit Alkohol entfettet und getrocknet.

Der trockene und saubere Erstabdruck wurde mit dem angerührten dünnflüssigen Korrekturmaterial beschickt und in situ gebracht. Da es nach BOWEN, R.L. (1963) für die Dimensionstreue des Abformnegativs von größter Bedeutung ist, wurde der Zweitabdruck 5 Sekunden lang einem erhöhten Abformdruck ausgesetzt. Nach dem Aushärten des Korrekturmaterials wurde der Abdruck aus dem Mund genommen, mit Wasser gereinigt und auf Mängel geprüft. War dies der Fall, wurde die Abdrucknahme wiederholt.

2.2.14. Modellherstellung und Aufbewahrung

Da nach HOFMANN, M. und LUDWIG, P. (1968) auch die Silikonabformmaterialien einer Schrumpfung unterliegen, wurden die Abdrücke sofort ausgegossen. Als Modellmaterial diente ein abriebfester und zeichnungsgenauer Spezialhartgips. Das Wasser-Pulver-Verhältnis wurde gemäß den Herstellerangaben genau abgemessen und der Gips anschließend 30 Sekunden im Vakuummischwerk angerührt. Um Lufteinschlüsse zu vermeiden, wurden die Abdrücke sorgfältig auf einem Rüttler ausgegossen.
Nach einem Tag wurden die Modelle dem Abdruck entnommen und mit Blaugips in einem selbstgefertigten Sockelformer aus Silikon (3 x 2 x 1,5 cm) gesockelt. Die Modelle wurden nach dem Erhärten der Sockel beschriftet und bei einer konstanten Temperatur von 21^{o}C im Trockenschrank aufbewahrt. Trotz dieser Lagerung unter konstanten Bedingungen kann jedoch eine minimale Volumenänderung des Gipses nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

3. KLINISCHE UNTERSUCHUNGEN

3.1. Klinische Anwendung

Nach dem zuvor beschriebenen Verfahren wurden von mir 10 Patienten mit insgesamt 22 Adhäsivfüllungen des Uvio-Fil(R)-Systems im Seitenzahngebiet versorgt. Diese Behandlung und die späteren Nachuntersuchungen erfolgten im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität Tübingen, Abteilung für Zahnerhaltung.

Vor Beginn der Behandlung wurde für jeden Patienten ein Erhebungsbogen (Abb. 6) angelegt, in dem neben anamnestischen Erhebungen der Behandlungsablauf und das Behandlungsergebnis festgehalten wurden. Unter anderem wurden folgende Punkte berücksichtigt:

- behandelter Zahn
- Ausdehnung der Füllungen
- Okklusionsverhältnisse nach Legen der Füllung
- besondere Beanspruchung der gelegten Füllung (durch Parafunktionen, bevorzugte Kauseite usw.)
- Mundhygiene
- Zahnbeläge

Eine Übersicht über die Größe der gelegten Füllungen gibt Tabelle 1.

Als Unterfüllungsmaterial wurde immer REOCAP(R) verwendet. Bei sehr ausgedehnten Präparationen kam zusätzlich Harvard-Zement zur Anwendung. In Tabelle 2 sind die verwendeten Unterfüllungsmaterialien in Abhängigkeit von der Füllungsgröße aufgeführt.
In der ersten Behandlungssitzung wurden die Patienten zur Mundhygiene motiviert, damit das gesamte Patientengut möglichst eine gleich gute Mundpflege betrieb. Dies wurde in den folgenden Sitzungen kontrolliert.

Geb.Datum	Datum
Geb.Ort	Foto
Name, Vorname	
Wohnort	
Beruf	
Krankenkasse	

Zahn				
Vit.	Perk.			
Mundhygiene	gut	zufriedenstellend	schlecht	
Essen Sie gerne feste Nahrung (Nüsse, hartes Brot)?			ja	nein
bevorzugte Kauseite	links		rechts	
Knirschen/Pressen	ja	nein	nicht sicher	
Raucherbeläge, Teebeläge, etc.	ja		nein	
	gering	stark		
Präparation	o	mo	do	mod
Caries	I	II	III	P
Unterfüllung	Reocap		Phosphatzement	
Lage der Kontaktpunkte				

Abb. 6: Erhebungsbogen

Tab. 1: Übersicht über die Lage und Ausdehnung von insgesamt 22 gelegten Füllungen

Art der gelegten Füllungen	o	mo	do	mod
Anzahl der gelegten Füllungen	5	6	6	5

Tab. 2: Verwendetes Unterfüllungsmaterial bei insgesamt 22 gelegten Füllungen

Verwendetes Unterfüllungsmaterial	Reocap	Reocap + Harvard
F_1 o	4	1
F_2 mo	5	1
F_2 do	4	2
F_3 mod	2	3
gesamt	15	7

3.2. Nachkontrolle und klinische Qualitätsbegutachtung

Die Nachkontrolle der gelegten Füllungen erstreckte sich über ein ganzes Jahr und wurde nach 3, 6 und 12 Monaten durchgeführt. Sie beinhaltete eine klinische Qualitätsbegutachtung mit Spiegel, Sonde und Okklusionsprüffolie nach ausreichender Trockenlegung, sowie eine Vitalitätskontrolle mit CO_2-Schnee und eine Abdrucknahme.

3.3. Klinische Ergebnisse

Alle vor der Behandlung bei der Vitalitätskontrolle positiv reagierenden Zähne waren auch bei der letzten Nachuntersuchung vital.
Die Ergebnisse der klinischen Qualitätsbegutachtung nach einem Jahr zeigt Tabelle 4.
Alle klinischen Veränderungen, außer einer Füllungsfraktur, wurden aber schon bei der ersten Nachkontrolle nach drei Monaten festgestellt.

Tab. 3: Ergebnisse der klinischen Qualitätsbegutachtung

	Anzahl
gelegte Füllungen	22
nachuntersuchte Füllungen	22
klinisch unveränderte Füllungen	13
Füllungsfrakturen	3
Randspalten	0
Substanzverlust im okklusalen Bereich	4
Verlust des okklusalen Kontaktes	0
Punktförmige farbige Einlagerungen	2

3.4. Diskussion der Ergebnisse

3.4.1. Füllungsfrakturen

In drei Fällen mußten die gelegten Füllungen entfernt werden. Alle drei erneuerungsbedürftigen Füllungen lagen im Unterkiefer-Molaren-Bereich und waren dreiflächig.
Bei zwei dieser Füllungen waren schon bei der ersten Nachkontrolle nach drei Monaten okklusal Füllungsteile herausgebrochen. Nach Form, Größe und Lage der Defekte könnte man hier eine insuffiziente relative Trockenlegung, die im Unterkiefer naturgemäß schwieriger durchzuführen ist als im Oberkiefer, oder Feuchtigkeit aus der Atemluft als Ursache vermuten. Dieser Feuchtigkeitsfilm könnte beim materialbedingten schichtweisen Aufbauen und Aushärten der Füllungen dieses schichtweises Anpolymerisieren verhindern und so bei Belastung zu einer Materialfraktur führen.
Die dritte Füllungsfraktur trat erst nach 5 Monaten auf. Dabei handelte es sich um einen Höckeraufbau, bei dem ein Teil des aufgebauten Höckers verloren ging. Diese Fraktur ist meines Erachtens nicht auf mangelnde Festigkeit des Materials zurückzuführen, sondern auf eine falsche Indikationsstellung. Dieser Zahn wurde anschließend mit einer Gußfüllung versorgt.

3.4.2. Randspalten

Bei keiner der gelegten Füllungen war nach einem Jahr ein Randspalt mit der Sonde tastbar oder gar sichtbar. Dies ist ein Ergebnis der konsequenten Anwendung der Säure-Ätz-Technik bei der Füllungstherapie und der damit gewonnenen Mikroverzahnung des Füllungsmateriales mit dem Zahnschmelz.

3.4.3. Substanzverlust im okklusalen Bereich

Vier Füllungen wiesen bei der ersten Nachuntersuchung Substanzverluste im okklusalen Bereich auf. Dabei handelte es sich ausschließlich um abgeplatzte Füllungsüberschüsse. Diese wurden aufgrund der schlechten Demarkation Füllung-Zahnsubstanz beim Ausarbeiten nicht bemerkt und lagen als dünne Füllungsfahnen auf der natürlichen, nicht präparierten Zahnoberfläche. Der Kaubelastung waren diese Schichten nicht gewachsen und brachen innerhalb der ersten drei Monate unter Stufenbildung ab, ohne allerdings Randspalten zu hinterlassen. Bis zum Ende der Nachuntersuchungen traten keine weiteren Substanzverluste auf.

3.4.4. Verlust des okklusalen Kontaktes

Bei jeder Nachuntersuchung wurden die okklusalen Kontakte mit Okklusionsprüffolie markiert und mit der Ausgangslage nach Füllungslegung verglichen. Dabei zeigte sich bei keiner Füllung ein Verlust eines Kontaktes oder eine Veränderung des Kontaktmusters. Klinisch kann man also eine "Abrasion" des Füllungsmaterials verneinen.

3.4.5. Punktförmige farbige Einlagerungen

Punktförmige Verfärbungen wiesen zwei der gelegten Füllungen auf. Bei der Inspektion mit der Sonde waren an diesen Stellen kleine Inkontinuitäten der Füllungsoberfläche tastbar. Trotz des verwendeten Einkomponentenmaterials handelte es sich dabei um Füllungsporositäten, in die sich sekundär Farbstoffe einlagerten. Beide Patienten waren Raucher.

4. VERSCHLEISSFESTIGKEITSMESSUNG MITTELS MOIRÉ-TOPOGRAPHIE

4.1. Methode

Der okklusale Substanzverlust der gelegten Füllungen wurde durch ein indirektes Meßverfahren bestimmt, das von MEINT, R. (1983) und REIN, H. (1983) im Rahmen ihrer Dissertationen beschrieben wird.
Zur Ermittlung der Verschleißmaxima wurden die hergestellten Gipsmodelle mittels der Moiré-Topographie optisch mit Höhenschichtlinien, den sogenannten Moiré-Linien, überzogen und diese Moiré-Bilder der Gipsmodelle photographisch festgehalten (Abb. 7).
Wurde nun das Moiré-Bild einer Füllung F_1 sofort nach Füllungslegung mit dem derselben Füllung F_2 nach einjähriger Tragezeit direkt überlagert, konnten Abrasionsgebiete leicht erkannt und gemeinsame Referenzpunkte festgelegt werden. Von diesen gemeinsamen Referenzpunkten ausgehend, damit identische Füllungsareale verglichen werden konnten, wurden nun für jede Füllung F_1 und F_2 Koordinatenpaare ermittelt, die Punkte einer Profilkurven darstellen. Diese Koordinatenpaare wurden in den Computer eingegeben, der die Profilkurven errechnete und als Plotterzeichnungen darstellte (Abb. 8). Dabei wurden die Zwischenpunkte der Kurven bzw. die Tangentensteigung durch kubische SPLINE-Interpolation unter Verwendung einer Programmroutine aus IMSL (= International Mathematical and Statistical Libraries, Inc.) bestimmt. Um den Substanzverlust einer Füllung zu bestimmen, wurde die Profilkurve K_1 der Füllung F_1 mit der Profilkurve K_2 der Füllung F_2 überlagert und der maximale Abstand beider Profilkurven als maximaler Substanzverlust errechnet (Abb. 9).

Abb. 7: Patient P.N., mo-Füllung an Zahn 26
Moiré-Bild des hergestellten Gipspositivs

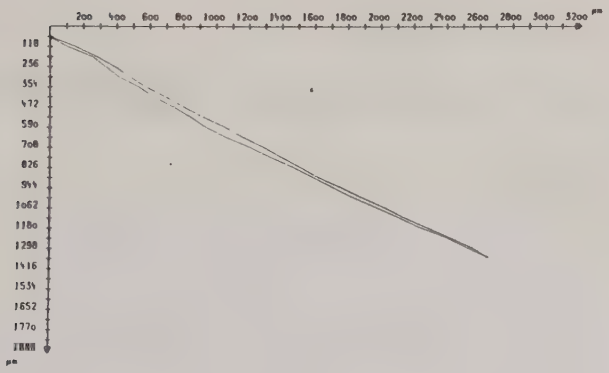


Abb. 8: Patient P.N., Zahn 26
Plotterzeichnung zweier Profilkurven nach vorausgegangener Koordinatenberechnung und Überlagerung

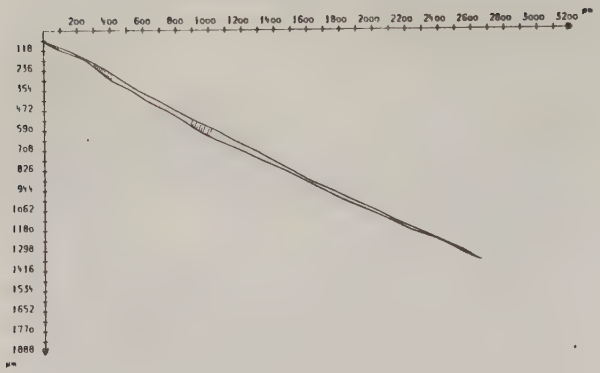


Abb. 9: Patient P.N., Zahn 26
Plotterzeichnung der überlagerten Profilkurven mit Darstellung der möglichen Verschleißmaxima

4.2. Fehlerdiskussion

MEINT, R. (1983) und REIN, H. (1983) geben folgende möglichen Fehlerquellen des verwendeten Meßverfahrens an:

- Unterschiede Original-Gipsmodell
- Ungenauigkeiten in der Reponiertechnik
- Fehler beim Festlegen der gemeinsamen Bezugebene
- Abweichungen durch die verwendete Optik
  a) Verzeichnung durch die Objektive
  b) Abweichungen der Moiré-Linien von idealen Höhenlinien
- Fehler bei der Bestimmung des Vergrößerungsmaßstabes
- Ableseungenauigkeiten
- Eichfehler

Soweit die Fehlerquellen nicht ausgeschlossen werden konnten, wurden die verbleibenden relevanten Fehler von einem Rechenprogramm simuliert und die möglichen Abweichungen bei jedem Ergebnis einzeln aufgeführt.

4.3. Ergebnisse

Mit diesem Meßverfahren wurde bei insgesamt 5 Füllungen aus UVIO-FIL(R) der maximale Substanzverlust nach einem Jahr Tragezeit bestimmt. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 4.

Tab. 4: Max. Verschleißwerte bei Kunststofffüllungen aus UVIO-FIL(R) nach einem Jahr Tragezeit

Füllung Nr.	1	2	3	4	5	Mittel
Zahn	37	26	36	36	36	-
Füllungsart	o	mo	mod	o	mod	-
Anzahl Profilkurven	5	6	3	4	6	-
Max. Verschleißwerte in µm	125^{+4}_{-5}	165^{+6}_{-5}	53^{+5}_{-6}	90 ± 5	133 ± 6	113 ± 5

4.4. Diskussion der Ergebnisse

Da die Tragezeit der Füllungen von einem Jahr bis zur Messung des Substanzverlustes relativ kurz und die Stichprobenauswahl (5 Füllungen aus UVIO-FIL(R)) klein war, müssen die vorliegenden Verschleißwerte vor allem als Einzelergebnisse gewertet werden. Aber selbst bei einer Vergrößerung der Stichprobenauswahl könnte man nur sehr vorsichtig Aussagen wagen, da viele Faktoren das Einzelergebnis verfälschen können.

Nach WEBER, H. (1980b) nehmen bei Verschleißmessungen von zahnärztlichen Werkstoffen am Patienten zwei Faktorenkomplexe Einfluß auf die Einzelergebnisse:

- die individuelle Verschiedenheit des Menschen
- die Meßtechnik.

Während man aber die Fehler der Meßapparatur beseitigen bzw. berücksichtigen kann (vgl. 4.2.), lassen sich folgende individuellen Faktoren in ihrer quantitativen Auswirkung auf das Meßergebnis nicht erfassen:

- individueller Kaudruck
- wechselnde Kraftrichtung
- wechselnde Geschwindigkeit
- wechselnde Gegenstoffe (Nahrung)
- wechselnde Häufigkeit der Belastung (Psyche)
- Temperatureinflüsse
- chemische Einflüsse
- Biologie der Mundhöhle

Um Aussagen unter praxisgerechten Bedingungen zu gewinnen, wurde in der vorliegenden Arbeit das Anfangsmodell sofort nach Legen und Politur der Kunststoffrestauration erstellt. Deshalb beinhalten die Meßergebnisse auch die von LUTZ, F. (1980) beschriebenen unterschiedlichen, z.T. extremen Substanzverluste, wie sie bei okklusionstragenden Kunststoffrestaurationen innerhalb der ersten 30 Tage auftraten. Diese Substanzverluste führt LUTZ, F. (1980) auf das Ausarbeitungssystem und die dadurch bedingten stärkeren Kontakte einer Kunststofffüllung im Vergleich zu einer Amalgamfüllung zurück.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den UV-polymerisierenden Mikrofüllerkomposit UVIO-FIL(R) auf seine Verwendbarkeit als okklusionstragendes Füllungsmaterial im Seitenzahngebiet zu prüfen und durch ein indirektes Meßverfahren den okklusalen Verschleiß quantitativ zu bestimmen.
Bei ausgewählten Patienten wurden 22 Klasse I- und II-Füllungen nach den Regeln der ädhäsiven Restauration gelegt. Eine klinische Nachuntersuchung sowie Abdrucknahme und Erstellung von Gipsmodellen erfolgte über einen Zeitraum von einem Jahr vierteljährlich.
Die klinische Untersuchung nach einem Jahr ergab 13 klinisch unveränderte Füllungen und 6 Füllungen mit leichten Auffälligkeiten wie Farbeinlagerungen und leichten Absplitterungen. Drei Füllungen mußten ganz erneuert werden.
Zur quantitativen Auswertung des Substanzverlustes der Füllungen anhand der jeweils hergestellten Gipsmodelle wurde ein Meßverfahren auf der Basis der Moiré-Topographie verwendet und damit die maximalen Verschleißwerte von 5 Kunststoffrestaurationen nach einem Jahr Tragezeit bestimmt. Im Mittel ergab sich ein maximaler Substanzverlust von 113 $\pm$ 5 µm.
Trotz dieser guten klinischen Ergebnisse und der geringen Verschleißwerte ist UVIO-FIL(R) nicht als Füllungswerkstoff für okklusionstragende Seitenzahnfüllungen geeignet, da die Probleme der mangelnden Röntgenopazität, des großen Zeitaufwands beim Legen der Füllung, der marginalen Adaptation sowie der non-destruktiven Ausarbeitung noch nicht gelöst sind.

6. LITERATURVERZEICHNIS

BELSER, U.: Fluoraufnahme und Fluorretention des intakten oder angeätzten Oberflächenschmelzes.
Med. Diss., Zürich (1974)

BOWEN, R.L.: Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations.
J. Am. Dent. Ass. 66, 57 - 64 (1963)

CASTAGNOLA, L., WIRZ, J., GARBEROGLIO, R.: Die Schmelzätzung für die konservierende Zahnbehandlung.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 85, 975 - 1011 (1975)

FINGER, W., JÖRGENSEN, K.D.: Polymerisationsinhibition durch Sauerstoff bei Kompositfüllungsmaterialien und Schmelzversieglern.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 86, 812 - 824 (1976)

FINGER, W., JÖRGENSEN, K.D.: Porosität von Kompositfüllungsmaterialien.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 87, 482 - 489 (1977)

JÖRGENSEN, K.D., SHIMOKOBE, H.: Adaptation of resinous restorative materials to acid etched enamel surfaces.
Scand. J. Dent. Res. 83, 31 - 36 (1975)

HOFMANN, M., LUDWIG, P.: Über das Dimensionsverhalten verschiedener Abdruckwerkstoffe im Hinblick auf ihre Eignung für das Korrekturabdruckverfahren.
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 6 - 9 und 438 - 449 (1968)

LUTZ, F.: Der Einfluß einer Fluoridapplikation nach der Schmelzätzung auf Adaptation und Haftung von Adhäsivfüllungen.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 87, 712 - 723 (1977)

LUTZ, F.: Beiträge zur Entwicklung von Seitenzahnkomposits. Eigenverlag Abt. Kariologie, Parodontologie und Präventivmedizin.
Zahnärztl. Institut der Universität Zürich (1980)

LUTZ, F., LÜSCHER, B., OCHSENBEIN, H., MÜHLEMANN, H.R.: Die Entwicklung der perfekt adaptierten randspaltfreien MOD-Kompositfüllung, in vitro Befunde.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 86, 1025 - 1041 (1976a)

LUTZ, F., LÜSCHER, B., OCHSENBEIN, H., MÜHLEMANN, H.R.: Adhäsive Zahnheilkunde.
Juris Druck & Verlag, Zürich (1976b)

LUTZ, F., LEUTHARD, P.: Verschleißfeste MOD-Kompositfüllungen durch Einpolymerisation von zentrischen Stops aus Keramik - 4-Jahres-Resultate.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 88, 740 - 752 (1978)

LUTZ, F., RÜMANN, F.: Komposits als Amalgamersatz - klinische und experimentelle Resultate.
Quintess. zahnärztl. Lit. 31, Ref. Nr. 6061, 133 - 143 (1980)

MEINERS, H., VAHL, J., WEISSHAAR, A.: Elektronenmikroskopische Oberflächenuntersuchungen von Putzeffekten an Kunststofffüllungen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 29, 450 - 454 (1974)

MEINERS, H.: Abformgenauigkeit mit elastomeren Abformmaterialien.
Hanser, München/Wien, 91 ff. (1977)

MEINT, R.: Klinische Erfahrungen mit dem Mikrofüllerkomposit ESTIC-MIKROFILL(R). Entwicklung eines Meßverfahrens nach dem Moiré-Prinzip zur Quantifizierung der Verschleißfestigkeit okklusionstragender Restaurationen.

Med. Diss. Tübingen (1983)

REIN, H.: Klinische Erfahrungen mit dem Mikrofüllerkomposit ISOMOLAR (ISO-V)(R). Entwicklung eines Meßverfahrens nach dem Moiré-Prinzip zur Quantifizierung der Verschleißfestigkeit okklusionstragender Restaurationen.

Med. Diss. Tübingen (1983

REINHARDT, K.-J., VAHL, J.: Einfluß von Sauerstoff und Feuchtigkeit auf UV-polymerisierbare Versiegelungsmaterialien.

Dtsch. zahnärztl. Z. 33,384 - 387 (1978)

RIETHE, P., ROTGANS, J., SCHMALZ, G.: Tierexperimentelle Prüfungen mit einem neuen Füllungsmaterial (Isocap).

Dtsch. zahnärztl.Z. 33, 609 - 615 (1978)

STEGER, E., MANNECK, E.: Experimentelle Prüfung des Absorptionsverhaltens von Zahnhartsubstanzen bei Transmission von ultraviolettem Licht.

Zahnärztl. Praxis 28, 448 - 451 (1977)

TRIADAN, H.: Entwicklung der Füllungskunststoffe bis zu den heutigen Komposits.

Zahnärztl. Praxis 30, 542 - 548 (1979)

VIOHL, J.: Wie tief polymerisieren UV-härtende Kunststoffe?

Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 476 (1978)

WEBER, H.: Klinische und experimentelle Untersuchungen zur Frage der Abrasionsfestigkeit von Isosit unter besonderer Berücksichtigung der Problematik der Abrasionstestung (I).

Quintess. zahnärztl. Lit. 31, Ref. Nr. 6035, 117 - 124 (1980a)

WEBER, H.: Klinische und experimentelle Untersuchungen zur Frage der Abrasionsfestigkeit von Isosit unter besonderer Berücksichtigung der Problematik der Abrasionstestung (II).

Quintess. zahnärztl. Lit. 31,

Ref. Nr. 6035, 123 - 129 (1980b)

7. MATERIALIEN UND GERÄTE

Ätzgel:	Fa. Espe, Fabrik Pharmazeutischer Präparate GmbH, 8031 Seefeld/Ob.
Ahorn-Interdentalkeile, 13 mm superfein:	Fa. Hawe-Neos Dental, 6925 Gentilino, Suisse
Arkansas-Steinchen, Flamme Fig. 661, ISO 030 (für Winkelstück), Kugel Fig. 601, ISO 303 (für Winkelstück):	Fa. Busch & Co., Postfach 1152, 5250 Engelskirchen
Caulk-Automatrix-Matrizensystem:	De Tray GmbH, 6200 Wiesbaden
CELLURON(R)-Zahnwatterollen:	Fa. Paul Hartmann AG, 7920 Heidenheim/Brenz
CHLORHEXAMED(R):	Blend-a-med-Forschung, Fa. Blendax, 6500 Mainz
Diamantierte Schleifkörper für Winkelstücke, Flamme 862/016, 862/014 (fein), kleine Flamme 860/010, 860/009 (fein), Kugel 801/018, 801/012 (fein):	Fa. D + Z , Goerzallen 307, D - 1000 Berlin - 37
Diamantierte Schleifkörper für Turbine, Walze 835/012, 836/014, U-Kegel 807/014, Flamme 862/014 (Feinkorn)	Fa. D + Z, Goerzallen 307, D - 1000 Berlin - 37
Eggler's Automaton:	Automaton Vertriebs-Gesellschaft Fred B. Eggler, Kaindlstr. 3 7000 Stuttgart-Büsnau
Einmalpinsel:	Fa Espe, Fabrik Pharmazeutischer Präparate GmbH, 8031 Seefeld/Ob.

ELIPAR(R)-Lichtgerät UVIO(R)-VISIO(R):	Fa. Espe, Fabrik Pharmazeutischer Präparate GmbH, 8031 Seefeld/Ob.
ELMEX FLUID(R):	Fa. Wybert GmbH, 7850 Lörrach
ES-Kompressen 10x10 cm:	Fa. Paul Hartmann AG, 7920 Heidenheim/Brenz
HARVARD-Zement normalhärtend, Farbe Nr. 3, Pulver und Flüssigkeit:	Richter und Hoffmann, Harvard Dental-Gesellschaft, D - 1000 Berlin
Haftlack-Silispray:	Fa. Dentax-Dental, Karl Huber KG, 7500 Karlsruhe
Halbe Abdrucklöffel, perforiert, DR 721, DR 724, DR 731, DR 734:	Fa. Aeskulap-Werke AG, 7100 Tuttlingen
Intra-Unterteil 20 A, Intra-Kopf 68c, Intra-Übersetzungswinkelstück 23 A:	Fa.Kaltenbach und Voigt, 7950 Biberach
KAVO ALL AIR, Turbine:	Fa. Kaltenbach und Voigt, 7950 Biberach
Leinenstreifen (Linen Finishing Strips):	Fa. Moyco Industries INC, Philadelphia, PA 19132, USA
Mandrel Mounted Rubber Polishing Cups:	Fa. Produits Detaires, S.A. Vevey, Suisse

Moorplastic Discs, size 5/8, x-fine:	E.C. Moore Company, Inc. Dearborn, Michigan 48126, USA
NIMETIC, Composite Polierpaste:	Fa. Espe, Fabrik Pharmazeutischer Präparate GmbH, 8031 Seefeld/Ob.
Okklusionsprüffolie (schwarz und rot), einseitig, 22 mm x 80 mm:	GHM-Hanel-Medizinal, 7440 Nürtingen
REOCAP(R):	Fa. Vivadent, Fl-9494 Schaan/ Liechtenstein
SILAPLAST und SILASOFT:	Fa. Dentax-Dental, Karl Huber AG, 7500 Karlsruhe
Silikonpolierer, Flamme, Kelch u. Linse:	Fa. Vivadent, Fl-9494 Schaan/ Liechtenstein
UV-Bonding Material:	Fa. Espe, Fabrik Pharmazeutischer Präparate GmbH, 8031 Seefeld/Ob.
UVIO-FIL(R):	Fa. Espe, Fabrik Pharmazeutischer Präparate GmbH, 8031 Seefeld/Ob.
VELMIXSTONE Modellgips extra hart, rosa:	Fa. Kerr GmbH, Postfach 410540, 7500 Karlsruhe
Zahnreinigungsbürstchen, Kelche:	Fa. Polirapid Dr. Montemerlo & Co., Hardenbergstr. 18, P.O. Box 309, 7700 Singen

DANKSAGUNG

Herrn Professor Dr.Dr. P. Riethe möchte ich für die Überlassung des Themas und für die jederzeit gewährte freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit danken.

Weiterhin danke ich Herrn G.Schubring vom Zentrum für Datenverarbeitung der Universität Tübingen, der die Computerauswertung der Verschleißfestigkeitsmessung durchführte.

Mein Dank gilt auch Herrn Dr. H. Lichte vom Physikalischen Institut der Universität Tübingen. Er stand mir stets mit seinem fachkundigem Rat bei den Problemen der Verschleiß-festigkeitsmessung zur Seite.

LEBENSLAUF

Am 18. Januar 1956 wurde ich, Stefan Hahn, als zweiter Sohn des Gärtnermeisters Erhard Hahn und seiner Ehefrau Hedwig Hahn, geb. Lieb, in Calw geboren.

Zur Grundschule ging ich von 1963 bis 1966 in Calw und besuchte dann das Hermann-Hesse-Gymnasium Calw bis zur Ablegung des Abiturs im Mai 1975.

Am 1. Juli 1975 wurde ich zur Ableistung des Grundwehrdienstes zur Bundeswehr eingezogen, am 24. Oktober 1975 aber für das Zahnmedizinstudium freigestellt.

Die ersten drei vorklinischen Semester studierte ich an der Universität Köln, wo ich am 12. Oktober 1976 die naturwissenschaftliche Vorprüfung ablegte.
Zum Sommersemester 1977 wechselte ich an die Eberhard-Karls-Universität in Tübingen.
Nach der Zahnärztlichen Vorprüfung im Frühjahr 1978 schloß ich mein Studium am 11. Dezember 1980 mit dem Staatsexamen ab.

Meine Restdienstzeit bei der Bundeswehr leistete ich anschließend vom März 1981 bis zum Februar 1982 als Stabsarzt in der Bundeswehrzahnstation Stetten a.k.M. ab.

Am 17. Dezember 1982 heiratete ich die Medizinstudentin Gisela Hahn, geb. Traub.

Seit März 1982 bin ich als Assistent in freier Praxis tätig.